Über β-Camphyl-propionsäure und Trimethylen-camphanoxyd

Verkürzte Fassung der

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde, vorgelegt der hohen philosophischen Fakultät der Universität Basel

von

Emilio Tschopp

aus Waldenburg

BASEL

Buchdruckerei Emil Birkhäuser & Cie.

1925

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548825_0104

Über β-Camphyl-propionsäure und Trimethylen-camphanoxyd

Verkürzte Fassung der

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde, vorgelegt der hohen philosophischen Fakultät der Universität Basel

von

Emilio Tschopp

aus Waldenburg

BASEL

Buchdruckerei Emil Birkhäuser & Cie.

1925

Herrn *Emilio Tschopp* wurde von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der philosophischen Fakultät der Universität Basel am 17. Juni 1924 erlaubt, diese verkürzte Fassung seiner am 17. Juni 1924 genehmigten Inaugural-Dissertation drucken zu lassen. Die vollinhaltliche Arbeit kann eingesehen oder entliehen werden:

1. in der Chemischen Anstalt der Universität Basel;
2. in der Universitätsbibliothek Basel;
3. in der Schweizerischen Landesbibliothek in Bern.

Genehmigt von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der philosophischen Fakultät auf Antrag der Herren Professoren Dr. *H. Rupe* und Dr. *Fr. Fichter*.

Basel, den 17. Juni 1924.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Prof. Dr. *F. Zschokke*
Dekan.

Sonderabdruck aus Helvetica Chimica Acta, Volumen VIII, Fasciculus Quartus
Jahrgang 1925.

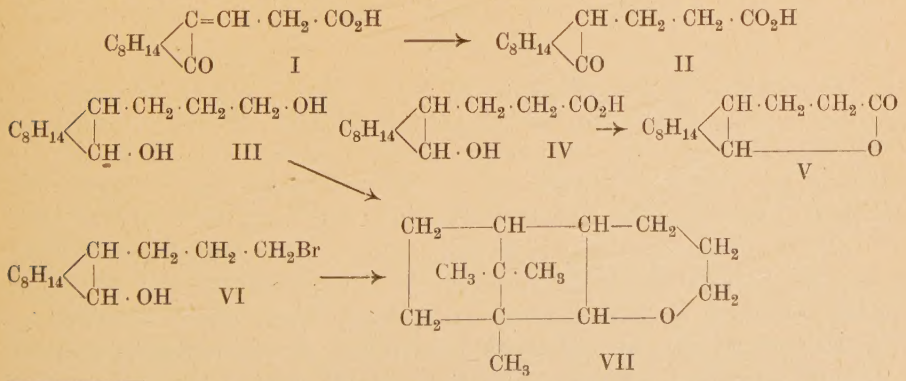
MEINER LIEBEN MUTTER IN
DANKBARKEIT GEWIDMET

Über β-Camphyl-propionsäure und Trimethylen-camphanoxyd.

Methylencampher-essigsäure (I) wurde schon vor einiger Zeit von dem Einen von uns und *Ernst Burckhardt*[1]) dargestellt durch Einwirkung von Methylencampherchlorid auf Natracetessigester. Sie lässt sich merkwürdigerweise, wie wir jetzt gefunden haben, weder in freier Form noch als Natriumsalz katalytisch mit Wasserstoff bei Gegenwart von Nickel zur gesättigten Camphyl-propionsäure (II) reduzieren, sondern nur als Ester; wir haben für diese seltsame Tatsache noch keine Erklärung.

Camphyl-propionsäure-ester kann nach *Bouveault* und *Blanc* reduziert werden, wobei in verhältnismässig guter Ausbeute ein Glykol, Trimethylen-bornylglykol (III) entsteht, indem nicht nur die Carbäthoxyl-, sondern auch die Campher-keto-gruppe hydriert wird; daneben bildet sich Borneol-propionsäure IV. Diese ging sehr leicht in ein δ-Lacton V über beim Destillieren mit 10-proz. Schwefelsäure; die Neigung zur Bildung dieses Anhydrides ist so gross, dass beim Kochen mit Alkali und darauf folgendem Ansäuern stets das Lacton zurückgebildet wird. Nur ein einziges Mal erhielten wir eine neue Säure, eine Oxysäure, isomer mit Borneol-propionsäure; vermutlich liegt hier Isomerie im Sinne von Borneol und Isoborneol vor.

Wurde das Glykol mit Phosphortribromid behandelt, so bildet sich ein Bromhydrin VI, das durch Kochen mit alkoholischem Kali in ein ringförmiges neues Oxyd VII übergeführt werden konnte; doch liess sich dieses viel bequemer und in sehr guter Ausbeute aus dem Glykol durch Destillieren mit Wasserdampf und verdünnter Schwefelsäure gewinnen. Die Konstitution dieses Trimethylen-camphanoxydes geht eindeutig daraus hervor, dass der Körper sich ohne Zersetzung über metallischem Natrium destillieren lässt.



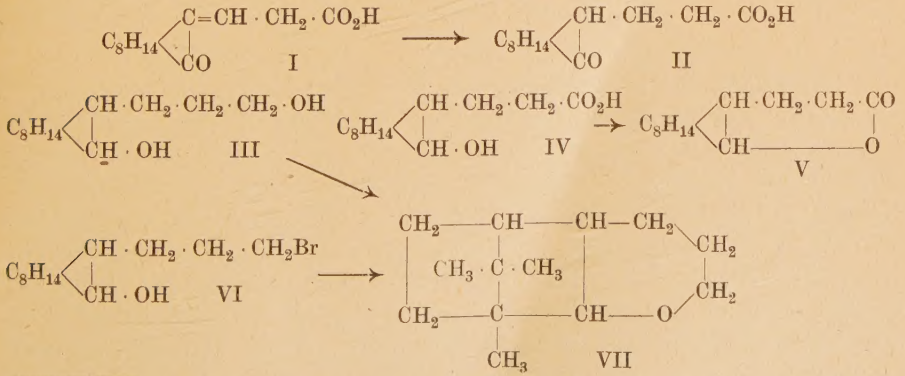
[1]) *H. Rupe* und *E. Burckhardt*, B. **49**, 2547 (1916).

Über β-Camphyl-propionsäure und Trimethylen-camphanoxyd.

Methylencampher-essigsäure (I) wurde schon vor einiger Zeit von dem Einen von uns und *Ernst Burckhardt*[1]) dargestellt durch Einwirkung von Methylencampherchlorid auf Natracetessigester. Sie lässt sich merkwürdigerweise, wie wir jetzt gefunden haben, weder in freier Form noch als Natriumsalz katalytisch mit Wasserstoff bei Gegenwart von Nickel zur gesättigten Camphyl-propionsäure (II) reduzieren, sondern nur als Ester; wir haben für diese seltsame Tatsache noch keine Erklärung.

Camphyl-propionsäure-ester kann nach *Bouveault* und *Blanc* reduziert werden, wobei in verhältnismässig guter Ausbeute ein Glykol, Trimethylen-bornylglykol (III) entsteht, indem nicht nur die Carbäthoxyl-, sondern auch die Campher-keto-gruppe hydriert wird; daneben bildet sich Borneol-propionsäure IV. Diese ging sehr leicht in ein δ-Lacton V über beim Destillieren mit 10-proz. Schwefelsäure; die Neigung zur Bildung dieses Anhydrides ist so gross, dass beim Kochen mit Alkali und darauf folgendem Ansäuern stets das Lacton zurückgebildet wird. Nur ein einziges Mal erhielten wir eine neue Säure, eine Oxysäure, isomer mit Borneol-propionsäure; vermutlich liegt hier Isomerie im Sinne von Borneol und Isoborneol vor.

Wurde das Glykol mit Phosphortribromid behandelt, so bildet sich ein Bromhydrin VI, das durch Kochen mit alkoholischem Kali in ein ringförmiges neues Oxyd VII übergeführt werden konnte; doch liess sich dieses viel bequemer und in sehr guter Ausbeute aus dem Glykol durch Destillieren mit Wasserdampf und verdünnter Schwefelsäure gewinnen. Die Konstitution dieses Trimethylen-camphanoxydes geht eindeutig daraus hervor, dass der Körper sich ohne Zersetzung über metallischem Natrium destillieren lässt.



[1]) *H. Rupe* und *E. Burckhardt*, B. **49**, 2547 (1916).

β-Camphyl-propionsäure (Formel II).

Da, wie oben schon mitgeteilt, Methylencampher-essigsäure sich nicht katalytisch hydrieren lässt, weder in alkoholischer Lösung, noch als Natriumsalz, so gingen wir von ihrem Ester aus, der sich merkwürdigerweise glatt reduzieren liess. 10 gr des Esters vom $Sdp._{10}$ 165 bis 166°, gelöst in einer Mischung von 100 cm^3 Alkohol von 50% und 30 cm^3 Essigester, versetzte man mit 20 gr Nickelkatalysator und schüttelte mit Wasserstoff. Die berechnete Menge von 960 cm^3 Wasserstoff war in 2 Stunden aufgenommen. Dann wurde vom Katalysator abfiltriert und Alkohol und Essigester durch Einleiten von Wasserdampf verjagt. Im Kolben blieb ein farbloses Öl zurück, das mit Äther ausgeschüttelt und mit geglühtem Magnesiumsulfat getrocknet wurde. Der hydrierte Ester, der in quantitativer Ausbeute erhalten wurde, ist ein wasserhelles, farbloses, fast geruchloses Öl, vom $Sdp._{10}$ 169—170°, vollkommen beständig gegen Permanganatlösung.

0,1184 gr Subst. gaben 0,3093 gr CO_2 und 0,0994 gr H_2O

$C_{15}H_{24}O_3$ Ber. C 71,43 H 9,52%

Gef. „ 71,51 „ 9,39%

Zur Verseifung des Esters kochte man 30 gr mit dem doppelten Vol. 10-proz. Natronlauge 4 Stunden am Rückflusskühler. Nach dem Erkalten verdünnte man mit Wasser und extrahierte eine kleine Menge von unverseiftem Ester mit Äther. Auf Zusatz von verdünnter Salzsäure fiel die *β*-Camphyl-propionsäure als Öl aus, das in Äther aufgenommen und mit Magnesiumsulfat getrocknet wurde. Nach dem Abdestillieren des Äthers blieb ein dickflüssiges Öl zurück, das bald fest wurde. Durch Umkrystallisieren aus Benzin konnten schöne, weisse Krystallnadeln vom Smp. 63—64° erhalten werden. Ausbeute annähernd quantitativ. Die Säure destilliert unter 10 mm Druck bei 198—199°. Der Smp. der destillierten Säure liegt ebenfalls bei 63—64°.

0,1772 gr Subst. gaben 0,4530 gr CO_2 und 0,1439 gr H_2O

$C_{13}H_{20}O_3$ Ber. C 69,64 H 8,93%

Gef. „ 69,74 „ 9,07%

Die *β*-Camphyl-propionsäure ist leicht löslich in den meisten organischen Lösungsmitteln, ausgenommen Benzin. Schwer löslich in Wasser. Versucht man, die Säure durch Kochen mit absol. Äthylalkohol und einigen Tropfen konz. Schwefelsäure zu verestern, so entsteht genau derselbe Körper vom $Sdp._{10}$ 168°, wie oben beschrieben.

Chlorid der Camphyl-propionsäure. Wir haben das Chlorid der Säure, sowohl durch Behandeln mit Thionylchlorid ohne Lösungsmittel, als auch in Benzol dargestellt, ferner auch durch Einwirkung von Phosphortrichlorid. Es wurde aber immer in sehr unbefriedigender Ausbeute erhalten; schwach gelb gefärbtes Öl, $Sdp._{10}$ 142—144°.

Amid der Camphyl-propionsäure. In eine Lösung von 5 gr Säurechlorid in 50 cm^3 absol. Äther leitete man trockenes Ammoniakgas. Es schied sich ein weisser Krystallniederschlag aus, der nach dem Absaugen und gründlichem Waschen mit Wasser im Vakuum getrocknet wurde. Durch Umkrystallisieren aus Benzol erhält man das Säureamid in schönen weissen Täfelchen vom Smp. 97—98°.

0,3048 gr Subst. gaben 16,3 cm^3 N_2 (11°, 744 mm)
$C_{13}H_{21}O_2N$ Ber. N 6,27% Gef. N 6,21%

Der Körper ist leicht löslich in Alkohol, schwer löslich in Äther, Benzin, Benzol und Wasser.

Reduktion des β-Camphyl-propionsäure-äthylesters.

In einen Dreihalskolben, der mit Rührwerk, Rückflusskühler und Tropftrichter versehen ist, bringt man 22 gr Natrium in Stücken und lässt in ziemlich raschem Tempo 20 gr Camphyl-propionsäure-ester, gelöst in 100 cm^3 Alkohol, unter Rühren hinzutropfen. Man sorgt dafür, dass der Kolbeninhalt immer im Sieden bleibt. Durch kräftiges Rühren wird das geschmolzene Natrium in kleinen Kügelchen herumgewirbelt. Zum Schluss fügt man noch 100 cm^3 Alkohol hinzu; eine dann auftretende Schaumbildung kann durch starkes Rühren herabgesetzt werden. Die nach dem Erkalten festgewordene Masse wird vorsichtig in Wasser gelöst und der Alkohol mit Wasserdampf verjagt. Der Kolbenrückstand wird mit Äther extrahiert und die Lösung über Magnesiumsulfat getrocknet. Nach dem Verjagen des Äthers destillierte man das Reduktionsprodukt unter vermindertem Drucke. Es ging unter 10 mm bei 176—177° fast ohne Vorlauf über, als dickflüssiges, beinahe farbloses, schwach, aber angenehm riechendes Öl, das beim Erkalten ungemein zähflüssig wurde. Der Körper konnte durch längeres Stehenlassen im Exsiccator und häufiges Kratzen mit dem Glasstabe zum Erstarren gebracht werden. Hierauf liess er sich leicht aus Benzin umkrystallisieren, wobei schöne, weisse Krystallnadeln vom Smp. 76° erhalten wurden.

0,1235 gr Subst. gaben 0,3325 gr CO_2 und 0,1255 gr H_2O
0,1270 gr Subst. gaben 0,3440 gr CO_2 und 0,1310 gr H_2O
$C_{13}H_{22}O_2$ Ber. C 73,58 H 11,32%
Gef. „ 73,45; 73,89 „ 11,37; 11,32%

Es war also ein Glykol entstanden, das Trimethylen-bornyl-glykol (Formel III). 20 gr Ester lieferten 8 gr Glykol; dies entspricht einer Ausbeute von 47%. Die Substanz ist leicht löslich in Äther, Aceton und Alkohol, schwerer löslich in Benzin und Benzol.

Die nach der Extraktion des Glykols verbleibende stark alkalische Flüssigkeit wurde unter Eiskühlung vorsichtig mit Salzsäure versetzt und das ausgeschiedene Öl mit Äther aufgenommen. Nach dem Ver-

jagen des Lösungsmittels blieb eine ölige Flüssigkeit zurück, welche bei guter Kühlung bald fest wurde. Der Körper liess sich gut aus Benzin umkrystallisieren. Die Borneol-β-propionsäure (Formel IV) bildet schöne weisse, rosettenartige Krystalle vom Smp. 82—83°; unter vermindertem Druck konnte sie nicht destilliert werden. Aus 20 gr Ester wurden 11,5 gr dieser Säure erhalten.

0,1235 gr Subst. gaben 0,3130 gr CO_2 und 0,1070 gr H_2O

$C_{13}H_{22}O_3$ Ber. C 69,92 H 9,73%

Gef. „ 69,12 „ 9,69%

Die Säure ist leicht löslich in Äther und in Alkohol, schwer in Benzin, Benzol und Wasser.

Reduktion des Methylencampher-essigsäure-äthylesters.

Es schien von vornherein praktischer zu sein, zur Gewinnung des Glykols direkt den Methylencampher-essigsäure-äthylester nach *Bouveault* und *Blanc* zu reduzieren, statt vom Camphyl-propionsäureester auszugehen. Die Reduktion wurde genau so ausgeführt, wie oben beschrieben. Die Ausbeute an Glykol war aber eine viel schlechtere, 35 gr Ester lieferten bloss 10 gr Glykol. Dafür entstand daneben in ziemlich erheblicher Menge das schon von *H. Rupe* und *Ernst Burckhardt*[1]) erhaltene γ-Lacton der γ-Oxycamphyl-propionsäure, vom Smp. 207°.

Anlagerung von Bromwasserstoff an Methylencampher-essigsäure.

3 gr der Säure wurden in wenig Eisessig gelöst, mit 20 cm³ bei 0° gesättigtem Eisessig-Bromwasserstoff vermischt und 2—3 Tage unter Eiskühlung stehen gelassen. Dann wurde auf Eis gegossen, die feste Substanz abgesogen und nach dem Trocknen aus einer Mischung von Benzin und Benzol umkrystallisiert. Weisse Krystallnadeln; sie schmelzen unter Zersetzung bei 112°.

0,1465 gr Subst. gaben 0,0910 gr AgBr

$C_{13}H_{19}O_3Br$ Ber. Br 26,38% Gef. Br 26,43%

δ-Lacton der Borneol-propionsäure. (Formel V.)

5 gr der Säure werden mit 100 cm³ 10-proz. Schwefelsäure in einen Kolben gebracht und dann mit Wasserdampf behandelt. Es destilliert sofort ein farbloses Öl über, das in Äther aufgenommen wird. Bei der Destillation unter 12—13 mm Druck ging das Lacton bei 167—168° als farbloses Öl sehr konstant über. 5 gr Säure ergaben 4 gr Lacton.

0,2470 gr Subst. gaben 0,6785 gr CO_2 und 0,2145 gr H_2O

$C_{13}H_{20}O_2$ Ber. C 75,00 H 9,61%

Gef. „ 74,94 „ 9,71%

[1]) B. **49**, 2547 (1916).

Der Körper ist wenig löslich in Wasser, leicht löslich in Äther und Alkohol, auch beim Schütteln mit verdünnter Natronlauge wird er vollständig gelöst.

Verseifung des Lactons. Als 7 gr frisch destilliertes Lacton mit Natronlauge von 28% vermischt wurden, entstand eine feste Masse, die durch allmähliches Verdünnen mit Wasser in Lösung gebracht wurde. Dann kochte man noch eine halbe Stunde, liess erkalten, löste den festen Kolbeninhalt in Eiswasser auf und versetzte vorsichtig mit verdünnter Salzsäure. Das ausfallende Öl nahm man in Äther auf, der Äther wurde im Vakuum abgesogen und das zurückbleibende Öl in Benzin gelöst. Nach einigem Stehen krystallisierte ein weisser Körper aus. Nochmals aus Benzin umkrystallisiert, zeigte er den konstanten Smp. 111—112°.

0,2196 gr Subst. gaben 0,5570 gr CO_2 und 0,1880 gr H_2O

$C_{13}H_{22}O_3$ Ber. C 69,03 H 9,73%
Gef. „ 69,19 „ 9,58%

Diese neue Oxysäure, welche mit der oben beschriebenen Borneol-β-propionsäure vom Smp. 82—83° isomer ist, haben wir nur ein einziges Mal erhalten. Gewöhnlich entstand das δ-Lacton.

Bromhydrin des Trimethylen-bornyl-glykols. (Formel VI.)

8,5 gr Glykol wurden unter Eiskühlung portionenweise mit 16,2 gr Phosphortribromid versetzt, dann liess man über Nacht stehen und erhitzte schliesslich 3 Stunden auf dem Wasserbade unter häufigem Schütteln. Jetzt begann die Ausscheidung der phosphorigen Säure; wenn die überstehende Flüssigkeit ganz klar geworden war, wurde abdekantiert und auf Eis gegossen, das gelbe Öl in Äther aufgenommen und mehrmals mit Bicarbonatlösung durchgeschüttelt. Unter 12 mm Druck destillierte das Bromhydrin bei 142—144° als farbloses, klares Öl über.

0,1705 gr Subst. gaben 0,1264 gr AgBr

$C_{13}H_{23}OBr$ Ber. Br 29,07 Gef. Br 31,55%

Aus dem Ergebnis der Analyse müssen wir schliessen, dass auch das Hydroxyl des Camphankernes ein wenig vom Tribromid angegriffen wurde. Ein Versuch, das Glykol durch Stehenlassen in bei 0° gesättigtem Eisessig-Bromwasserstoff zu bromieren, lieferte ein farbloses Öl, Sdp. 154—155°. Die Analyse aber zeigte, dass die Bromierung eine höchst unvollständige war.

0,1940 gr Subst. gaben 0,0325 gr AgBr

$C_{13}H_{23}OBr$ Ber. Br 29,07% Gef. Br 7,31%

Das gleiche Ergebnis zeitigte auch ein Versuch, bei welchem mit Eisessig-Bromwasserstoff in zugeschmolzenem Rohr auf 100° erhitzt wurde.

Trimethylen-camphanoxyd. (Formel VII.)

4,5 gr Bromhydrin wurden mit dem 3—4-fachen Vol. von methylalkoholischem Kali (1 Teil Kaliumhydroxyd und 2 Teile Methylalkohol) unter Rückfluss 5 Stunden erwärmt, wobei sich bald Kaliumbromid abschied. Der überschüssige Alkohol wurde abdestilliert und darauf Wasserdampf eingeleitet, mit welchem ein leichtes, stark riechendes Öl überging. Nach dem Ausschütteln mit Äther, Waschen mit Bicarbonatlösung und Trocknen über Magnesiumsulfat destillierte die neue Verbindung unter 12 mm Druck bei 108—109°. Doch erhält man dieses Oxyd viel bequemer, wenn man direkt vom Glykol ausgeht. Man vermischt 25 gr Glykol mit 250 cm³ Schwefelsäure von 25% und leitet Wasserdampf hindurch, indem man dafür Sorge trägt, dass die im Kolben sich befindende Flüssigkeitsmenge konstant bleibt. Die Destillation dauert mehrere Stunden. Es wird mit Äther extrahiert, usw. Das Oxyd zeigt unter 14 mm Druck den Sdp. 110—112°. Um es vollständig rein zu erhalten, destillierten wir es zweimal über metallischem Natrium. 25 gr Trimethylen-bornyl-glykol lieferten 20 gr Oxyd. (87,7% der Theorie.)

0,1560 gr Subst. gaben 0,4605 gr CO_2 und 0,1590 gr H_2O
0,2554 gr Subst. gaben 0,7545 gr CO_2 und 0,2605 gr H_2O

$C_{13}H_{22}O$	Ber. C 80,41	H 11,34%	
	Gef. „ 80,53; 80,59	„ 11,40; 11,41%	

Das Oxyd ist ein leichtbewegliches, ganz farbloses Öl vom $d\frac{20}{4}$ 0,9709. Es ist wenig löslich in Wasser, leicht in Alkohol und Äther. Der Geruch, der sehr intensiv, ja fast zu stark ist, um angenehm zu sein, erinnert sehr an den des Bornyl-acetates.

Refraktionsbestimmung:

$t = 20°$	abgelesen	
$n_\alpha = 1{,}48140$	40° 25′	$d\frac{20}{4} = 0{,}9709$
$n_D = 1{,}48386$	40° 55′	
$n_\beta = 1{,}48881$	42° 23′	Mol.-Gew. 194,16

	M_α	M_D	M_β	$M_\beta - M_\alpha$
Ber.	57,04	57,27	57,88	0,83
Gef.	56,95	57,20	57,71	0,76
E M	−0,09	0,07	0,17	0,07

Man sieht, wie das Lichtbrechungsvermögen des Trimethylen-camphanoxydes mit der Berechnung sehr genau übereinstimmt. Sehr merkwürdig waren die Resultate der polarimetrischen Untersuchung:

In Substanz 0,5 dm-Rohr.

	C	D	Hg (E)	F	d	$[\alpha]_F$ / $[\alpha]_C$	λ_α	λ_0^2
α	− 0,28	− 0,29	− 0,30	− 0,35				
$[\alpha]^{20}$	− 0,58	− 0,59	− 0,63	− 0,73	0,9709	1,25	imag.	− 540888

Der Körper dreht so schwach, dass man geneigt ist, anzunehmen, er habe überhaupt keine optische Aktivität mehr. Wahrscheinlich ist die Rotationsdispersion normal, doch wagen wir nicht, dies bestimmt zu behaupten, da nach den neuesten Untersuchungen von *Rinderknecht*[1]) die Konstanten, die aus sehr kleinen Drehungen errechnet werden, nicht mehr genügend zuverlässig sind.

Einwirkung von Bromwasserstoff auf Trimethylen-camphanoxyd. Wir liessen 5 gr Oxyd in einer Lösung von Eisessig, der bei 0° mit Bromwasserstoff gesättigt war, über Nacht wohlverschlossen stehen. Dann wurde auf Eis gegossen, das ausgeschiedene Öl in Äther aufgenommen und mit Bicarbonat durchgeschüttelt. Das Produkt der Reaktion war ein farbloses, angenehm riechendes Öl vom $Sdp._{10}$ 144 bis 146°.

0,2001 gr Subst. gaben 0,0330 gr AgBr
0,1815 gr Subst. gaben 0,0305 gr AgBr
$C_{13}H_{23}OBr$ Ber. Br 29,07%
Gef. „ 7,02; 7,15%

Das erwartete Bromhydrin (siehe oben) war zweifellos nicht entstanden, obgleich die Siedepunkte der beiden Körper nahe aneinander liegen.

---

[1]) Helv. **8**, 169 (1925).

Curriculum vitae.

Ich, *Emilio Tschopp* von Waldenburg (Kanton Baselland) und von San Geronimo (Argentinien), bin am 2. Februar 1895 in Argentinien als Sohn des † Emil Tschopp, Gutsbesitzer und dessen Gattin Margareta geb. Bielser geboren.

Nach Absolvierung der Primar- und einer englischen Handelsschule in Rosario (Argentinien) begab ich mich nach der Schweiz, wo ich im Herbst 1918 an der obern Realschule zu Basel die Maturität bestand. Seit dem Wintersemester 1918/1919 bin ich an der Universität Basel immatrikuliert und widmete mich dem Studium der Chemie und arbeitete zuerst in der Anstalt für anorganische Chemie unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Fr. Fichter und hierauf in der Anstalt für organische Chemie unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. H. Rupe. Im Wintersemester 1920 bestand ich im anorganischen Institut das anorganisch- und physikalisch-chemische Vorexamen; nach weitern drei Semestern im organischen Institut das chemische Verbandsexamen.

Auf Anregung und unter Leitung von Hrn. Prof. Dr. H. Rupe begann ich im Wintersemester 1921/1922 mit der Ausarbeitung der vorliegenden Arbeit, welche ich im Wintersemester 1923/1924 zu Ende führte. Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen und Praktika folgender Herren Professoren und Dozenten: A. L. Bernoulli, Fichter, Hagenbach, Preiswerk, Reinhard, Ruggli, Rupe, Schmid, Veillon, Zickendraht.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, allen meinen Lehrern meinen bleibenden Dank auszusprechen, insbesondere meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Rupe für seine freundlichen Belehrungen und seine bewährten Ratschläge, die er mir während der Ausarbeitung meiner Dissertation zuteil werden liess.